

Method and apparatus for recoating optical waveguide fibers

Patent Number: ☐ US4662307
Publication date: 1987-05-05
Inventor(s): AMOS LYNN G (US); YOUNG DONALD R (US); SAIKKONEN STUART L (US)
Applicant(s):: CORNING GLASS WORKS (US)
Requested Patent: ☐ JP61277907
Application Number: US19850740106 19850531
Priority Number (s): US19850740106 19850531
IPC Classification:
EC Classification: B29C35/08M, B29C45/00, B29C45/14H, B29C45/27B3, B29C70/74, C03C25/10P2D, G02B6/38B2, G02B6/38B6
Equivalents: AU5788186, AU585020, CA1302948, DE3677828D, ☐ EP0206545, B1, ☐ ES8707130, ☐ ES8900009, JP1968178C, JP6097289B

Abstract

A split recoating mold for use in recoating optical waveguide fibers with a UV-curable resin is provided wherein: (1) the mold, when closed, forms a cavity for receiving the portion of the fiber which is to be recoated, the cross-sectional size and shape of the cavity being essentially equal to the cross-sectional size and shape of the original fiber; (2) the mold includes an injection port for introducing a UV-curable resin into the cavity; and (3) the mold includes means for introducing ultraviolet light into the cavity so that resin located in regions of the cavity remote from the injection port will cure prior to resin located in regions of the cavity near the injection port.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-277907

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)12月8日

G 02 B 6/24
6/44J-7610-2H
L-7370-2H
W-7036-2H

審査請求 未請求 発明の数 5 (全9頁)

⑮ 発明の名称 光導波路ファイバの再被覆方法および装置

⑯ 特 願 昭61-120362

⑰ 出 願 昭61(1986)5月27日

優先権主張 ⑱ 1985年5月31日 ⑲ 米国(US) ⑳ 740106

㉑ 発 明 者 リン グランヴィル アメリカ合衆国ノース カロライナ州、ウイルミントン、
エイモス パートン オークス ドライブ113

㉒ 発 明 者 スチュアート ライル アメリカ合衆国ニューヨーク州、エルミラ、ウエスト チ
サイコネン ヤーチ ストリート 1254

㉓ 発 明 者 ドナルド レイ ヤン アメリカ合衆国ノース カロライナ州、ウイルミントン、
グ バークデイル 520

㉔ 出 願 人 コーニング グラス アメリカ合衆国 ニューヨーク州 コーニング(番地な
ワークス し)

㉕ 代 理 人 弁理士 山元 俊仁

明 細 書

1. 発明の名称

光導波路ファイバの再被覆方法および装置

2. 特許請求の範囲

1. 硬化に伴って収縮する樹脂で光導波路ファイバの一部分を被覆する方法において、

(a) 樹脂がそれを通じて加圧により空洞内に導入される噴射口に連結されたその空洞内に被覆されるべき光導波路ファイバ部分を配置し、

(b) 前記噴射口を通じて前記空洞内に前記樹脂を導入し、

(c) 硬化に伴う樹脂の収縮を補償するために前記噴射口を通じて加圧により前記空洞内に付加的樹脂を導入しながら、前記噴射口から遠隔の領域における樹脂からはじめて前記噴射口に向かって前記空洞内の樹脂を漸次的に硬化させる工程よりなる光導波路ファイバ再被覆方法。

2. 硬化に伴って収縮する紫外線硬化性樹脂で被覆された光導波路ファイバの被覆されていない部分を再被覆する方法において、

(a) 紫外線を透過させない材料で形成されており、閉塞された場合にファイバの被覆されていない部分を受入れる空洞を形成し、この空洞の断面寸法および形状が被覆されたファイバの断面寸法および形状に本質的に等しく、かつ前記空洞内に前記紫外線硬化性樹脂を導入するための噴射口と、前記樹脂を硬化させるために前記空洞に紫外線光を照射させるための硬化用開口を有する割り型を設け、

(b) ファイバの被覆されていない部分を前記空洞内に配置し、

(c) 前記噴射口を通じて加圧により前記空洞内に紫外線硬化性樹脂を、この樹脂が前記硬化用開口から突出するまで、導入し、

(d) 前記硬化用開口を、それを通じて紫外線光を導入してこの開口の領域における樹脂を照射して硬化させることにより封止し、

(e) 前記工程(d)で硬化された樹脂の収縮を補償するために前記噴射口を通じて加圧により前記空洞内に付加的な紫外線硬化性樹脂を導入し、

(7) 硬化に伴う樹脂の収縮を補償するために前記噴射口を通じて加圧により前記空洞内に紫外線硬化性樹脂を導入しながら、空洞内の樹脂の残部を照射して硬化させるように前記硬化用開口を通じて紫外線光を照射する工程よりなる光導波路ファイバ再被覆方法。

3. 硬化に伴って収縮する紫外線硬化性樹脂で被覆された光導波路ファイバの被覆されていない部分を再被覆する方法において、

(4) 閉塞された場合にファイバの被覆されていない部分を受入れるための空洞を形成し、この空洞の断面寸法および形状が被覆されたファイバの断面寸法および形状と本質的に等しく、かつ紫外線光に対して不透明な材料で形成されかつ前記空洞内に紫外線硬化性樹脂を導入するための噴射口を有する第1の部分と、紫外線光に対して透明な材料で形成され、前記空洞内に紫外線光を導入するための第2の部分とを有する割り型を設け、

(4) 前記ファイバの被覆されていない部分を前記

近傍の空洞領域における樹脂よりも先に硬化するように前記空洞内に紫外線光を導入するための手段を具備している光導波路ファイバの再被覆装置。

5. 特許請求の範囲第4項記載の装置において、前記型が、紫外線光に対して不透明な材料で形成されており、かつ前記導入手段が前記噴射口から遠隔の空洞領域に通じた硬化用開口よりなる前記装置。

6. 特許請求の範囲第5項記載の装置において、前記型が金属で形成されている前記装置。

7. 特許請求の範囲第5項記載の装置において、前記硬化用開口の領域における樹脂または前記空洞の残部における樹脂に選択的に照射して硬化させるように前記硬化用開口を通じて紫外線光を通過させる手段をさらに具備している前記装置。

8. 特許請求の範囲第4項記載の装置において、前記噴射口を有する前記型の部分が紫外線光に対して不透明な材料で形成されており、かつ前記導入手段が、前記噴射口から遠隔でありかつ紫外線光に対して透明な材料で形成されている前記型の

空洞内に配置し、

(4) 前記噴射口を通じて加圧により前記空洞内に紫外線硬化性樹脂を導入し、

(4) 硬化に伴う樹脂の収縮を補償するために前記噴射口を通じて加圧により前記空洞内に付加的な紫外線硬化性樹脂を導入しながら、前記空洞内の樹脂を、前記第2の部分の領域における樹脂からはじまって前記噴射口に向い、漸次的に硬化させるように、前記型の前記第2の部分を通じて前記空洞内に紫外線光を導入する工程よりなる光導波路ファイバの再被覆方法。

4. 被覆された光導波路ファイバの被覆されていない部分を再被覆するための装置において、閉塞された場合にファイバの被覆されていない部分を受入れるための空洞を形成する割り型を具備しており、前記空洞の断面寸法および形状が被覆されたファイバの断面寸法および形状と本質的に等しく、前記型は加圧により前記空洞内に紫外線硬化性樹脂を導入するための噴射口と、この噴射口から遠隔の空洞領域における樹脂が前記噴射口の

一部分よりなる前記装置。

9. 特許請求の範囲第8項記載の装置において、紫外線光に対して不透明な材料が金属であり、紫外線光に対して透明な材料がガラスである前記装置。

10. 特許請求の範囲第4項記載の装置において、前記噴射口が一次チャンネルと、これを前記空洞に連結する複数の二次チャンネルを含んでおり、各二次チャンネルは一次チャンネルの断面積より小さい断面積を有している前記装置。

11. 特許請求の範囲第10項記載の装置において、前記噴射口と前記空洞との接合部における前記噴射口の内表面の一部が、単方向性機械加工仕上げを有し、この仕上げが前記一次チャンネルを前記空洞に連結する二次チャンネルを形成している前記装置。

12. 特許請求の範囲第11項記載の装置において、各二次チャンネルが約 $15\mu^2$ と $35\mu^2$ との間の断面積を有している前記装置。

13. 光導波路ファイバを樹脂で被覆する装置に

において、空洞を有しかつこの空洞内に樹脂を導入するための噴射口を有する型を具備し、前記噴射口は一次チャンネルと、これを前記空洞に連結する複数二次チャンネルを含んでおり、各二次チャンネルは一次チャンネルの断面積よりも小さい断面積を有している前記装置。

14. 特許請求の範囲第13項記載の装置において、前記噴射口と前記空洞との接合部における前記噴射口の内表面の一部分が単方向性機械加工仕上げを有し、この仕上げが一次チャンネルを前記空洞に連結する二次チャンネルを形成する前記装置。

15. 特許請求の範囲第14項記載の装置において、各二次チャンネルが約 $15\mu^2$ と約 $35\mu^2$ との間の断面積を有している前記装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は光導波路ファイバに関し、特にこのようなファイバの部分に紫外線硬化性樹脂で再被覆するための方法および装置に関する。

技術的に公知のように、光導波路ファイバは通

常、使用時にそのファイバを捕獲しかつ保護する例えば紫外線硬化性樹脂のような合成樹脂で製造時に被覆される。この最初に被覆の厚さは均一な伝送特性、強度および外観を完成ファイバに与えるように注意深く制御される。

製造時および使用現場の両方において、2本の光導波路ファイバを互いに接合（接続）する必要があることが多い。現在行なわれているやり方としては、ファイバのガラス部分が最初に互いに接触され、そして次にファイバは接続の領域を再被覆される。本発明は接続プロセスの再被覆部分に関し、特に、ファイバの再被覆された部分の直径がそのファイバの残部の直径に整合するように接続部分を再被覆する問題に関する。

接続された光導波路ファイバを再被覆するためには種々の方法が用いられている。そのような方法の1つでは、熱収縮性チューブを接続部分に装着することが行なわれている。収縮性チューブは接続部分を保護するが、この方法では、完成ファイバが異なる二種の被覆、すなわち最初の樹脂被

覆と収縮性チューブ被覆を有し、直径が不均一となるので、弱点がある。

他の方法では、接続部分を樹脂浴に浸漬し、次にその樹脂を例えば紫外線光に露光することによって硬化させることが行なわれている。しかしながら、このような方法では、均一なファイバ直径や平滑な接合は得られないことは明らかであろう。

プラスチックで形成された透明な上半体と金属製の下半体を有する再被覆用割り型を用いた再被覆が「Applied Optics」第22巻、第11号、1983年6月1日、第1731～1733ページにおいてジェイ・ティー・クラウス（J. T. Krause）およびエイ・シー・ハート（A. C. Hart）によって報告されている。この方法によれば、両側におけるファイバの被覆部分と一緒に被覆されるべき接続部分は型に形成された円筒溝内の中心に配置される。その溝に通じる開口に設置されたシリンジを用いて、溝内に紫外線硬化性樹脂が導入される。その溝が充填されて後に、シリンジが取り外され、そして型の透明な上半体を

通じて紫外線光が照射され、注入される場合に型から空気を逃がすことができるようにするためおよび硬化時における樹脂の収縮を補償するために、溝の直径がファイバの元の直径より若干大きくなされている。

他の従来技術と同様に、上記クラウスおよびハートの方法にも種々の弱点がある。1つの弱点は、型の2つの半体が、上半体は透明プラスチックであり、下半体は金属であるというように、異なる材料組成を有する点にある。技術的に知られているように、一般に、1つの材料をそれとは異なる材料と整合させるように機械加工することよりも、1つの材料をそれ自体と整合させるように機械加工することのほうが容易である。半体が異なる組成を有する型の寸法安定性は、半体が同じ組成を有する型の寸法安定性よりも悪くなる傾向がある。

上述したクラウスおよびハートの方法で用いられた装置における上述の問題のほかに、その方法で作成された再被覆ファイバには多数の弱点があ

る。特に厄介な1つの問題は、硬化状態が異なることによる樹脂の収縮の程度の変化によってファイバ再被覆部分の直径が変化することである。また、上述したクラススおよびハートの方法によって再被覆されたファイバは、型から取り出された後に、噴射口の領域に比較的大きいばりを有することが多く、かつ型の直径とファイバの直径との間の不一致のために接続部分に調整したファイバの被覆された部分に新しい樹脂がオーバーフローする場合がある。

従って、本発明は光導波路ファイバを再被覆するための改良された方法および装置を提供することを目的とする。

さらに詳細には、本発明の1つの目的は、ファイバの再被覆部分の直径がそのファイバの残部の直径に正確にかつ一緒に整合するように光導波路ファイバを再被覆するための改良された方法および装置を提供することである。本発明の他の目的は、再被覆されたファイバのばりやその他の表面欠陥が最小限に抑えられるようになされた光導波

路ファイバを再被覆するための改良された方法および装置を提供することである。

本発明の他の目的は、型の2つの半体が同じ材料組成を有する、光導波路ファイバを再被覆するため 割り型を提供することである。本発明の他の目的は、紫外線光に対して不透明な材料で形成された型の一部分に形成された開口を通じて型空洞内に紫外線硬化性樹脂が導入されるようになされた光導波路ファイバを再被覆するための型を提供することである。本発明のさらに他の目的は、紫外線光に対して不透明な材料で完全に形成されており、しかも型空洞内の紫外線硬化性樹脂を硬化させるための手段を与えるようになされた、光導波路ファイバを再被覆するための型を提供することである。

上述した目的および他の目的を達成するために、本発明は、紫外線硬化性樹脂でファイバを再被覆するのに使用するための割り型を提供し、1) この型は、閉塞した場合に、再被覆されるべきファイバの部分を受入れるための空洞を形成し、その

空洞の断面寸法と形状が元のファイバの断面寸法と形状に本質的に等しく、2) この型は上記空洞内に紫外線硬化性樹脂を導入するための噴射口を有しており、3) この型は、噴射口から遠隔の空洞領域にある樹脂が、その噴射口の近傍の空洞領域にある樹脂よりも先に硬化するように前記空洞内に紫外線光を導入するための手段を具備している。

本発明の好ましい実施例では、型は紫外線光に対して不透明な金属のような材料で形成されており、かつ噴射口から遠隔の空洞領域に通じた硬化用開口を通じて上記空洞内に紫外線光が導入される。これらの実施例に関連して、本発明はさらに、上記硬化用開口の領域における樹脂または空洞の残部における樹脂を選択的に照射して硬化させるように上記硬化用開口を通じて紫外線光を送り込むための装置を提供する。

他の好ましい実施例では、この型は、一方が紫外線光に対して不透明で、他方が紫外線光に対して透明な2つの部分を有している。不透明な部分

は噴射口を有しており、透明な部分はその噴射口から遠隔の空洞領域に関連している。型の透明な部分を通じて空洞内に紫外線光が導入され、これにより噴射口の領域における樹脂よりも先にその透明な部分の領域における樹脂が硬化する。

これらの各実施例に関連して、噴射口と空洞との接合部分におけるその噴射口の内表面の一部分に、それぞれ約 $1.5 \mu^2$ (μ はミクロン) と約 $3.5 \mu^2$ との間断面積を有する複数の細いチャネルに噴射口を分割する単方向性の機械加工仕上げを与えることがさらに好ましい。その噴射口によって生ずるばりは細く髪の毛状のものであるから、再被覆されたファイバの表面から容易に除去される。

さらに本発明によれば、硬化して収縮する樹脂で光導波路ファイバを被覆する方法であって、

(a) 樹脂が加圧によりそれを通じて空洞内に導入される噴射口に連結された空洞内に被覆されるべき光導波路ファイバを配置し、

(b) 噴射口を通じて空洞内に樹脂を導入し、

㉒ 硬化に伴う樹脂の収縮を補償するために噴射口を通じて加圧により空洞内に樹脂を補充しながら、噴射口から遠隔の領域における樹脂からはじめて、噴射口に向かって空洞内樹脂を漸次的に硬化させる工程よりなる前記方法が提供される。

好ましい実施例では、この方法は、光導波路ファイバを紫外線硬化性樹脂で再被覆するために上述した完全に不透明な再被覆用型に対して使用される。これらの実施例では、その方法は、

㉓ 型空洞内に被覆されていない光導波路ファイバを配置し、

㉔ 樹脂が硬化用開口から流れ出るまで型の噴射口を通じて加圧により空洞内に紫外線硬化性樹脂を導入し、

㉕ 硬化用開口に紫外線光を送じてその開口の領域における樹脂を照射しかつそれにより硬化させることによって硬化用開口を封止し、

㉖ 上記工程例で硬化された樹脂の収縮を補償するために上記噴射口を通じて加圧により空洞内に紫外線硬化性樹脂を補充し、

上述のように、本発明は、ファイバの再被覆された部分の断面寸法と形状が元のファイバのそれに整合するように光導波路ファイバを再被覆するための方法および装置を提供する。この目標を達成するために、本発明は、1) 樹脂の硬化時における収縮、および2) 型の噴射口領域における再被覆されたファイバの過剰なばりの問題を克服する。

従来においては、収縮の問題には、その樹脂の硬化時の収縮を補償するように型空洞を元のファイバよりも大きくすることによって対処していた。このような方法は、硬化時に生ずる樹脂の収縮の程度についての設計者の推定と同程度のものにすぎない。収縮は樹脂によって異なるものであるとともに、使用する特定の硬化条件にも依存するから、大空洞手法は収縮の問題に対してはせいぜい近似的な解決法にすぎなかった。

このような従来技術とは対照的に、本発明は型空洞の寸法を調節することによるのではなくて、硬化プロセスを制御することによって収縮の問題

㉒ 硬化時の樹脂の収縮を補償するために噴射口を通じて加圧により空洞内に紫外線硬化性樹脂を導入しながら前記硬化用開口を通じて空洞内の樹脂の残部に紫外線光を照射させてそれにより硬化させる工程よりなる。

他の好ましい実施例では、本発明の方法は上述した一部不透明、一部透明の再被覆用型に対して使用される。これらの実施例によれば、その方法は、

㉓ 被覆されていない光導波路ファイバを型空洞内に配置し、

㉔ 噴射口を通じて加圧により空洞内に紫外線硬化性樹脂を導入し、

㉕ 硬化に伴う樹脂の収縮を補償するために噴射口を通じて加圧により空洞内樹脂を補充しながら、透明な部分の領域における樹脂からはじめて噴射口に向かって空洞内の樹脂を漸次的に硬化させる工程よりなる。

以下図面を参照して本発明の実施例につき説明しよう。

を処理するものである。特に、空洞には元のファイバの断面寸法および形状と同じ断面寸法および形状が与えられる。

樹脂の硬化は、噴射口から遠隔の空洞部分からはじまってその噴射口の方へ向って漸次的に行なわれる。例えば、紫外線硬化性樹脂の場合には、この漸次的硬化は、空洞の一端に沿って噴射口を配置しかつ空洞の反対側から型内に紫外線光を導入することによって行なわれる。硬化プロセスをこのようにして制御することによって、既に硬化された樹脂の収縮を補償するために、硬化の進行に伴って、空洞内に付加的な樹脂が注入される。

このような漸次的硬化手法によれば、その手法は使用される特定の樹脂や特定の硬化条件に依存しないから、従来技術に対して著しい改良が得られる。硬化プロセス時に空洞内に多少の樹脂を加えることは、それらのパラメータの硬化を自動的に考慮することになる。

上述した漸次的硬化プロセスに関連して、空洞内の樹脂がすべて硬化される以前に噴射口内の樹

面が硬化しないようにすることが重要である。そうしないと、空洞内に付加的な樹脂を導入することができない。上述したように、また下記にさらに詳細に説明するように、紫外線硬化性樹脂の場合には、このことは、型の紫外線不透明材料で形成された部分に噴射口を設けることによって達成される。

従来技術のばりの問題は、本発明によれば、型の噴射口を、それと型空洞との接合部において、数10平方ミクロンのオーダの横断面積を有する複数の小さいチャンネルに分割することによって克服される。このようにして、噴射口の領域には細い髪の毛状のばりだけが生じ、そのようなばりはファイバから抜き取るだけでよい。

上述の小さいチャンネルは、噴射口と型空洞との接合部におけるその噴射口の内表面の一部分に単方向性の機械加工仕上げを適用することによって形成されるのが最も好ましい。実際に、そのような機械加工仕上げによって形成されたチャンネルの断面積は、生じたばりをファイバから抜き取

ることができるようにするために、約 $35\mu^2$ 以下に抑えられることが認められた。

他方、樹脂の収縮を相償するために漸次硬化プロセス時に付加的な樹脂を十分な量だけ空洞内に導入させうるのに十分なチャンネルが存在しなければならないとともに、それらのチャンネルはそのため十分な断面積を有していなければならない。実際に、型空洞内に樹脂を注入するために標準のツベルクリン・シリンジを用いた漸次的硬化は、少なくとも約 $15\mu^2$ の断面積を有する35個のチャンネルで容易に達成されうる。

第1図を参照すると、第1および第2の半体12および14よりなる再被覆用割り型10が示されている。各半体は紫外線光を透過させない材料で形成され、好ましくは両半体とも同じ材料で形成される。これらの両半体は金属で形成されることが最も好ましく、強度および不活性の観点から、ステンレススチールが特に好ましい金属である。

第2図に最も明確に示されているように、型10は、閉塞された場合に、被覆光導波路ファイバ20

の被覆されていない部分を受入れるための空洞16を形成している。空洞16の断面寸法および形状は、元のファイバの断面寸法および形状に本質的に等しい、すなわち、ファイバ20の被覆された部分22と同じ寸法および形状を有している。従って、型10が閉塞された場合には、空洞16の壁とファイバ20の被覆された部分22が接触して、再被覆工程時にファイバの被覆された部分22に対する樹脂のオーバーフローを防止する。

第2図に最もよく示されているように、噴射口24と硬化用開口26の2つの開口が空洞16に連結されている。噴射口24は、樹脂、好ましくは紫外線硬化性樹脂を空洞16内に導入するために用いられる。この噴射口は、供給管28および溜め30を含んだ一次チャンネルと、この一次チャンネルを空洞に連結する複数の二次チャンネル32とで構成されている。

二次チャンネル32は、噴射口24と空洞16との接合部におけるその噴射口の内表面の一部分に単方向性機械仕上げを適用することによって形

成されるのが最も都合が良い。このような仕上げが第1図および第3図に概略的に示されている。型10の部分12における単方向性機械仕上げに対する集合図は平滑な(8マイクロインチ)の仕上げを有している。このようにして得られた二次チャンネルはそれぞれ、約 15 と $35\mu^2$ の間の断面積を有し、これは、溜め30の領域において約 $9 \times 10^4 \mu^2$ でありかつ供給管28の領域において約 $4 \times 10^4 \mu^2$ である一次チャンネルの断面積よりも著しく小さい。これらの二次チャンネルによって、再被覆されたファイバは、従来技術の再被覆用割り型を用いた場合のように噴射口の場所に大きなばりを有するのではなく、その場所には細い髪の毛状のばりを有するにすぎず、それらのばりはファイバの表面から容易に除去される。

硬化用開口26は、空洞16内の紫外線硬化性樹脂を硬化させるために、その空洞16に紫外線光を透入させる。この開口はまた、噴射口24を通じて空洞16に樹脂が充填されうる場合に空気が

空洞16から逃げるための通路をも与える。

上述しかつ後でさらに詳細に説明するように、本発明の方法によれば、開口26の領域における樹脂は空洞 残部における樹脂とは別個に硬化される。この選択的硬化は第2図において矢印38、38および40で概略的に示されている多数紫外線光源を用いて行なわれるのが好ましい。

紫外線光源38および40は、開口26の領域における空洞16の上方部分だけに照射して硬化させるように、型10の上面に対して約15°の角度をもって配向されることが好ましい。紫外線光源38は、紫外線光源38および40によって硬化されない空洞の部分に照射して硬化させるように、型10の上面に対して直交する関係に配向される。

使用時には、紫外線光源38および40は、空洞16の上方部分の両半体が同時にかつ対称的に照射されて同時にかつ対称的に硬化するように、一緒に用いられることが好ましい。紫外線光源38は別個の紫外線光源であってもよく、あるいは紫

外線光源38または40の一方は、垂直方向の照射が必要とされる場合には、矢印36の位置まで移動されうる。紫外線光源と被覆されていない部分18の相対的な長さによって、ある場合には、紫外線光源と型を互いに相対的に歪ませる必要がある。

開口26の深さは、この開口の領域における再被覆されたファイバに小さいばりを生ずるように、できるだけ小さくされることが好ましい。ステンレス・スチール型の場合には、空洞16と型の外表面との間のリップ42は数ミクロン程度に薄くされうる。従って、開口26の領域において再被覆ファイバ上に覆るばりは同様に小さい高さを有している。

第1図および第2図の再被覆用型は次のように使用される。最初に、ファイバ20の被覆されていない部分18が型10の半体14内に配置されかつ噴射口24上の中央に位置決めされる。型半体12が第1図において矢印44および46で概略的に示されているように所定の位置に持ち来た

され、そして適当なクランプ機構（図示せず）を用いて閉鎖クランプされる。

適当な紫外線硬化性樹脂（これはファイバの被覆された部分に用いられているのと同様の樹脂であることが好ましい）が、硬化用開口26から流れ出るまで、噴射口24を通じて加圧により空洞16内に導入される。供給管28に樹脂を加圧して供給するためには標準のツベルクリン・シリンジ（図示せず）を用いるのが好都合である。

次に、空洞内の樹脂に対する圧力が解放され、開口26から流れ出た余分な樹脂が、例えばストレートエッジまたはスクイージーを用いて、型から拭き取られ、そして次に紫外線光源38および40を用いて開口26の領域内の樹脂を硬化させることによりその開口26が封止される。紫外線光源38および40ならびに紫外線光源38の被長は樹脂の硬化速度を最適にするように選定される。

十分に強い封止が開口26に得られると、供給28に圧力が再び印加され、それに伴って、

開口26の領域において硬化された樹脂の収縮を補償するための付加的な樹脂が空洞16に流入する。次に、空洞16内の樹脂の残部を硬化させるために紫外線光源38が照射されるが、紫外線光源38および40は必要に応じて非照射状態あるいは照射状態となされる。硬化時における樹脂の残部の収縮を補償するために、供給管28に圧力が印加され、樹脂の硬化に伴って、空洞内に付加的な樹脂が流入する。

次に第3図～第4図の実施例であるが、この実施例は、硬化用開口26を有するかわりに、型半体12および14が紫外線光不透明部分50および52と、紫外線光透明部分54および56を有している点以外は、第1図および第2図の実施例と構造的には同一である。

部分50および52は金属で形成されるのが最も好ましく、その金属としてはステンレス・スチールが最も好ましい。図面から明らかなように、噴射口24は、空洞16内の樹脂が硬化されているときにその噴射口内の樹脂が流体のままである

ように、型の金属(すなわち紫外線光不透明)部分に形成されている。部分54および56はガラスで形成されるのが好ましく、このガラスに対する都合の良い光源は顕微鏡スライドである。

型は、ガラス部分と金属部分を一緒に接着し、次に空洞16を形成するためにその型の各半体の該当部分を研削することによって形成されるのが最も都合が良い。ガラスを金属に付着させるために用いられる接着剤は、使用時に型を清掃するために用いられる溶媒に対して耐性を有するものでなければならない。例えば、溶媒が塩化メチレンである場合には、米国ニュージャージー州ティエホック所在のマスターボンド・インコーポレイテッドという会社から市販されているエポキシ樹脂マスターボンドBP-41スペシャルが効果的であることが認められた。

空洞16に樹脂を充填しているときに型から空気を逃がすために、型半体12および14の係合面に3マイクロインチ仕上げが与えられる。実際には、この程度の粗面にすることにより、型から樹

脂を空洞の底部の樹脂まで下方に漸次的に硬化させる。その硬化プロセスの全体にわたって、既に硬化された樹脂の収縮を補償するために噴射口を通じて空洞内に付加的な樹脂が流入する。硬化が完了すると、紫外線光源36がオフとなされ、ファイバが型から除去され、そして噴射口24の領域にばりがあれば、それがファイバから引き取られる。

何ら限定する意図はないが、次に、本発明を、第1～2図および第3～4図の型を用いて光導波路ファイバが再被覆される下記実施例について説明しよう。

実施例

接続された光導波路ファイバの被覆されていない領域が第1～2図および第3～4図の型を用いて再被覆された。使用されたファイバはコーニング光導波路ファイバ(米国ニューヨーク州コーニング所在のコーニング・ガラス・ワークス)であり、直径250μの完成ファイバを得るために紫外線硬化されたアクリル樹脂被覆で被われた直径

125μのクラッド層を有するものであった。接続部分の領域における被覆されていない部分は長さ約8mmであった。

この再被覆のために用いられた紫外線硬化性樹脂はデソライト光ファイバ被覆No.950×200(米国イリノイ州エルジン所在のデソト・インコーポレイテッド)であった。手動式の1ccツベルクリン・シリンジを用いて型に樹脂が導入された。

型は、使用の間で、塩化メチレンを用いて清掃された。その結果、再被覆されたファイバは、顔料剤を用いることなしに、型から容易に除去されることが認められた。

ダイオキス・コーポレーションによって製造された直径5mm液体光ガイドを具備したUV-2000紫外線光源を用いて硬化が行われた。

光の強度は、使用されるシリンジ圧力、光の場所および硬化時間で収縮による被覆欠陥を生じない硬化速度が得られるまで、調節された。

型は上述した態様で構成されかつ使用された。型空洞は250μの直径を有していた、すなわち、

型空洞は250μの直径を有していた、すなわち、

ファイバの被覆された部分と同じ直径を有していた。

型構造が第1～2図に示されたものであり、かつ紫外線光源と硬化用開口との間隔が約1インチである場合には、15°硬化を一面につき10秒間（一面につき前後6回通過）行ない、その後で垂直方向の硬化を15秒間（前後通過10回）行なうのが、ファイバの再被覆された部分の欠陥のない硬化を得るのに適していた。型に最初に入ってから型から最終的に取り出すまでに、再被覆工程は全体として通常1分と1分半との間の時間を要した。

第3～4図の型構造による再被覆工程の方がより迅速であった。この場合には、工程全体の所要時間はわずかに約30～45秒であり、そのうちの約15秒が紫外線光源で樹脂を硬化させるのに使われた。この場合にも紫外線光源と型との間隔は約1インチであった。この場合には、ファイバの被覆されていない部分の全長に沿って樹脂を硬化させるように型のガラス部分が紫外線光を拡散

させるので、紫外線光源は、前後に移動されずに、ファイバの再被覆された部分の中心上に静止状態で保持された。

第1～2図の型と第3～4図の型とは両方とも、ばりを最小限に抑えられかつ再被覆された領域の直径が元のファイバの直径に正確に合致している再被覆されたファイバを常に生じた。

4. 図面の簡単な説明

第1図および第3図は、本発明による完全に不透明な（第1図）および一部不透明／一部透明（第3図）の再被覆用型を開放状態で示す斜視図、第2図および第4図はそれぞれ第1図および第3図の再被覆用型を型の噴射口のレベルで見て閉塞状態で示す断面図である。

図面において、10は型、12、14は型半体、16は空洞、20はファイバ、22は被覆されない部分、24は噴射口、26は硬化用開口、34は単方向性機械加工仕上げ、36、38、40は紫外線光源をそれぞれ示す。

代理人 弁護士 山元俊仁

